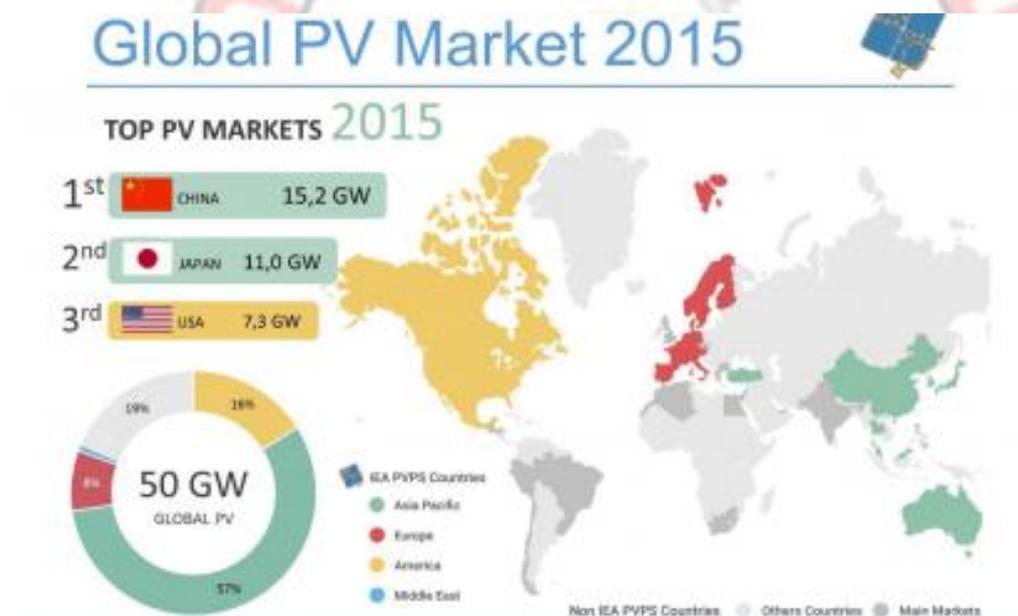


## Energía Solar Fotovoltaica\_Mercados

### 1 MERCADO INTERNACIONAL

2015 ha sido un año de éxito para la solar fotovoltaica en el mundo. Se instalaron al menos 48,1 GW con conexión a red, lo que representa un crecimiento del 25% respecto a 2014. El mayor tirón vino de Asia, continente que ya acapara el 60% del mercado solar mundial. Son algunos de los datos ofrecidos por el Programa de Energía Fotovoltaica de la Agencia Internacional de la Energía (IEA PVPS) en un balance preliminar. El definitivo verá la luz el próximo mes de septiembre.



Los buenos resultados obtenidos por la solar FV en 2015 hacen que esta tecnología sume ya 227 GW a nivel global, según el informe "2015. A Snapshot of Global PV" de la IEA-PVPS, que elabora estos estudios a partir de los datos oficiales que aportan los gobiernos y los principales agentes del sector.

El organismo internacional señala que tras el limitado desarrollo que se produjo en 2014, el mercado solar recuperó el año pasado su fortaleza, con todas las regiones del mundo contribuyendo, por primera vez, al desarrollo de esta tecnología.

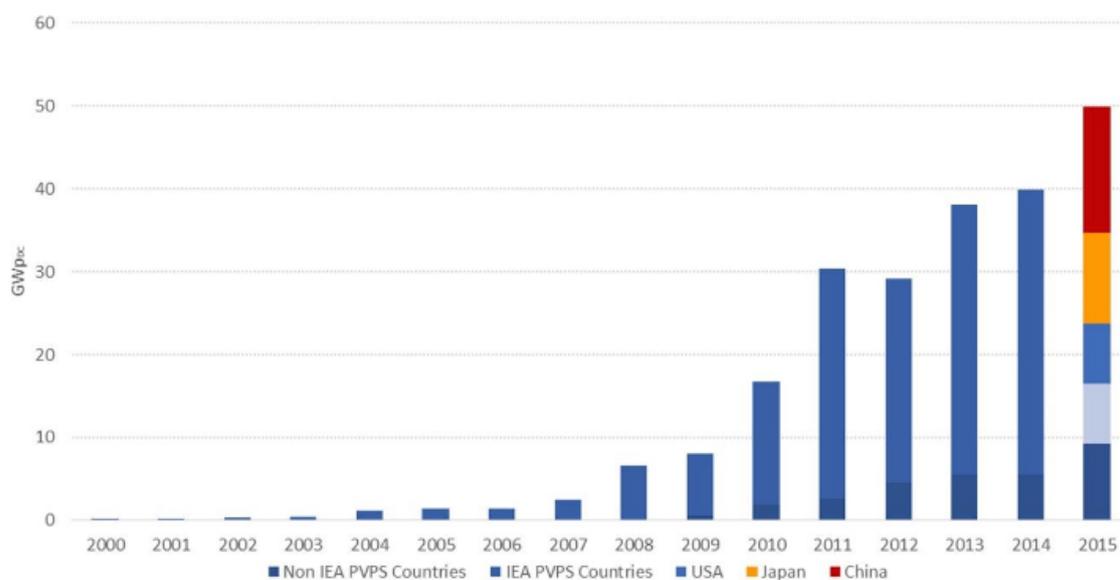
África, Oriente Medio, Latinoamérica, el Sur y Sureste de Asia... En todos ellos han aparecido nuevos mercados en 2015, mientras que los mercados ya establecidos

crecían más rápidamente. No obstante, de acuerdo con los datos del informe de IEA PVPS, existen muchos contrastes en el desarrollo solar según las zonas del globo.

## 1.1 Poderío asiático

En China, tras la estabilización de 2014, el mercado FV volvió a crecer en 2015, con 15,2 GW añadidos, si bien no se llegaron a alcanzar los objetivos anunciados oficialmente. Japón acumula dos años sucesivos de tirón, y cuenta ya con unos 11 GW, lo que hace que solo con la aportación de estos dos países Asia se haya convertido en el mayor mercado mundial de solar fotovoltaica.

FIGURE 2: EVOLUTION OF ANNUAL PV INSTALLATIONS (GW - DC)



©Snapshot of Global PV Markets – IEA PVPS

Otros mercados de la región Asia-Pacífico han confirmado igualmente su madurez. Es el caso de Corea, Australia, Tailandia, Malaysia, Filipinas y Taiwan, que cuentan ya con mercados solares estables. Vietnam e Indonesia, por su parte, están dando señales de que se avecina un rápido desarrollo en los próximos años.

Los datos en India, que en 2015 instaló unos 2 GW, reflejan a su vez un positivo panorama para este inmenso país, que de acuerdo con IEA-PVPS va a convertirse en uno de los mercados líderes de la energía solar fotovoltaica. Otro país prometedor es Pakistán, con varios cientos de MW instalados el año pasado.

Si dirigimos ahora la mirada hacia Próximo Oriente, vemos que Turquía instaló 208 MW, e Israel 200. El anuncio de propuestas más competitivas para esta tecnología en Dubai y Jordania refleja, asimismo, que hay una amplia actividad prevista para la solar fotovoltaica en esta zona del mundo, de acuerdo con la IEA.

## 1.2 Reino Unido tira del carro europeo

En Europa, tras varios años de declive, el mercado volvió a crecer el año pasado gracias, sobre todo, a Reino Unido, que se ha convertido en uno de los principales

mercados de la solar FV en el Viejo Continente, con 3,5 GW añadidos en 2015. En Alemania, habitualmente el país más activo en solar FV, solo sumó 1,5 GW, en un contexto de regímenes de ayuda modificados y nuevas licitaciones. En Francia (0,9 GW) se estabilizó, mientras que en Italia –como en todos los demás países en los que las ayudas a esta tecnología han ido desapareciendo– la instalación de solar FV descendió a un nivel bastante bajo (300 MW), a pesar de que el marco regulatorio parece adecuado.

TOP 10 COUNTRIES IN 2015 FOR ANNUAL INSTALLED CAPACITY				TOP 10 COUNTRIES IN 2015 FOR CUMULATIVE INSTALLED CAPACITY			
1		China	15,2 GW	1		China	43,5 GW
2		Japan	11 GW	2		Germany	39,7 GW
3		USA	7,3 GW	3		Japan	34,4 GW
4		UK	3,5 GW	4		USA	25,6 GW
5		India	2 GW	5		Italy	18,9 GW
6		Germany	1,5 GW	6		UK	8,8 GW
7		Korea	1 GW	7		France	6,6 GW
8		Australia	0,9 GW	8		Spain	5,4 GW
9		France	0,9 GW	9		Australia	5,1 GW
10		Canada	0,6 GW	10		India	5 GW

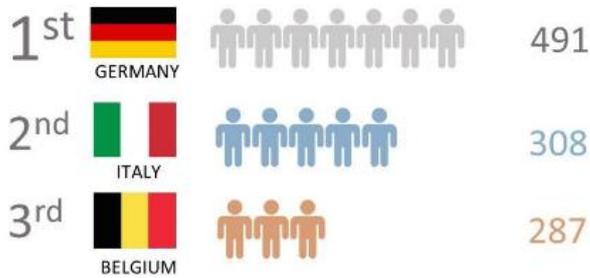
En otros países europeos, como Holanda, Suiza y Austria, esta tecnología progresó ligeramente o se estabilizó, mientras que en Bélgica, Dinamarca y España apenas avanzó. Aún peor le fue en países como República Checa, Grecia o Bulgaria. Pero han aparecido nuevos pequeños mercados, caso de Polonia, Hungría y Suecia, en todos los cuales se instaló FV, si bien por debajo de los 100 MW.

Si nos fijamos en África, la instantánea que ofrece el informe refleja que Sudáfrica –que en 2014 instaló casi 1 GW de solar FV–, añadió en 2015 otros 200 MW. Algeria instaló más, casi 270 MW y muchos otros países cuentan con importantes proyectos, con Egipto a la cabeza, que ha anunciado planes para instalar 5 GW FV, si bien la IEA advierte que la mayoría de estos proyectos se han retrasado o se encuentra todavía en la fase de evaluación.

El repaso concluye en América, con Estados Unidos como primera parada obligada: el país añadió nada menos que 7,3 GW FV en 2015, lo que lo convierte en la tercera potencia mundial. Canadá sumó 600 MW y México 103. Chile, por su parte, instaló casi 450 MW, y Honduras 389 MW, mientras que Guatemala y Uruguay se quedaron cerca de los 100. Brasil es otro país latinoamericano en el que se espera un rápido desarrollo de la energía solar.

Los más de 48 GW de solar FV añadidos en 2015 suponen, solo, uno los récords conseguidos por esta tecnología el pasado año. En 2015 se superó, además, la marca de los 200 GW, con 23 países con más de 1GW ya instalados en su territorio y generando electricidad. En su informe, IEA PVPS precisa que faltan datos por contabilizar ya que algunos países aún nos los han aportado, de manera que la capacidad instalada puede superar los 50 GW, comparada con los 40 GW que se añadieron en 2014.

## SOLAR PV PER CAPITA 2015 Watt/capita



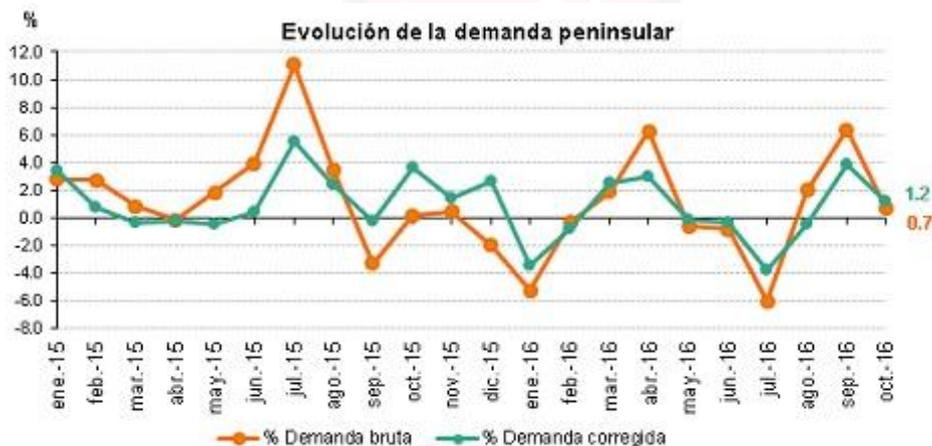
Otro récord superado es la capacidad instalada en un solo país: China, que ahora lidera, por delante de Alemania, el mercado solar FV mundial, con 43,6 GW acumulados frente a los 39,7 que ofrece el recuento europeo. No obstante, en Europa la solar FV logró en 2015 progresar por primera vez en años, pasando de los 7 GW que había en 2014 a 8 GW en 2015.

Por otra parte, Italia, Grecia y Alemania tienen suficiente energía solar FV instalada como para producir, respectivamente, el 8%, 7,4% y 7,1% de su demanda anual de electricidad. Otros 22 países europeos generan con esta tecnología al menos el 1% de la electricidad (España, que cuenta con 5,4 GW de solar FV, en torno al 3%).

## 2 SITUACION EN ESPAÑA

Según Red Eléctrica de España REE en Octubre de 2016 "La electricidad generada con energías renovables durante los diez primeros meses del año ha representado el 27,5% de la producción total eléctrica. La eólica generó el 20%, la fotovoltaica el 3,3%, la termosolar el 2,4% y otras renovables el 1,6%. Si sumamos a esta producción la aportada por la hidráulica (15,9%) , el porcentaje se eleva al 43,4%.

La demanda peninsular de energía eléctrica en octubre se estima en 19.866 GWh, un 0,7% superior a la registrada en el mismo mes del año anterior. Si se tienen en cuenta los efectos del calendario y las temperaturas, la demanda peninsular de energía eléctrica ha aumentado un 1,2% con respecto a octubre del 2015.



En los diez primeros meses del año, la demanda peninsular de energía eléctrica se estima en 207.682 GWh, un 0,2% más que en el 2015. Una vez corregida la influencia del calendario y las temperaturas, la demanda de energía eléctrica es un 0,1% superior a la registrada en el año anterior.

La producción de origen eólico en octubre ha alcanzado los 2.388 GWh, un 38,5% inferior a la del mismo mes del año pasado, y ha supuesto el 11,7% de la producción total.

En el mes de octubre, con la información estimada a día de hoy, la generación procedente de fuentes de energía renovable ha representado el 25,6% de la producción.

El 50,5% de la producción eléctrica de este mes procedió de tecnologías que no emiten CO<sub>2</sub>.



### Generación del mes de octubre del 2016 Generación de enero a octubre del 2016

Con hidráulica se generó el 8%. La nuclear representó el 24,9%, el carbón el 21% y los ciclos combinados el 16,2%. La cogeneración supuso el 10,9% mientras que con residuos se generó un 1,4%.

La energía solar fotovoltaica representa a medio y largo plazo una impresionante oportunidad de negocio. España tiene óptimos recursos energéticos renovables y un nivel tecnológico excelente en energías renovables y específicamente en energía solar fotovoltaica (ESF)

España fue el país con mayor potencia fotovoltaica instalada en el mundo en 2008, debido a la combinación de una serie de factores en la que destaca una legislación muy favorable. Después de unos años se produjo el colapso del sector fotovoltaico español, forzando a las empresas del mismo a concentrar su actividad en el mercado internacional.

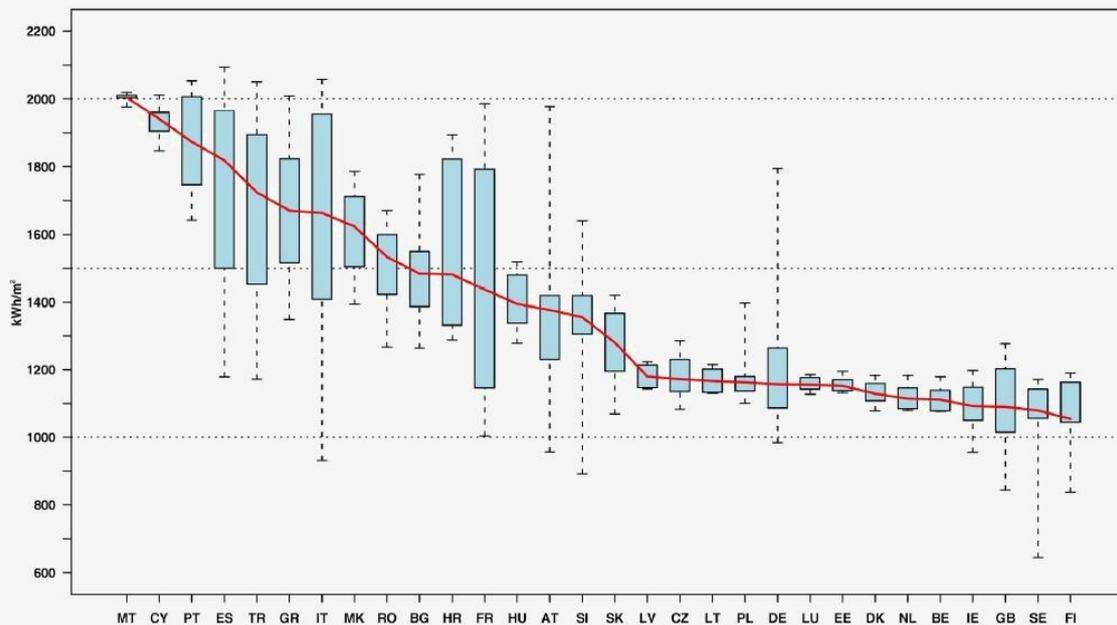
## 2.1 Antecedentes

Las características del mercado energético español al principio del presente siglo estaban determinadas básicamente por una fuerte dependencia con respecto del petróleo, el gas, el carbón y la energía nuclear. La energía renovable representaba menos del 5% del consumo energético global. Esta combinación tradicional de fuentes de energía comportaba importantes inconvenientes, como una fuerte dependencia de países terceros, una amenazante falta de sostenibilidad del sistema energético y un

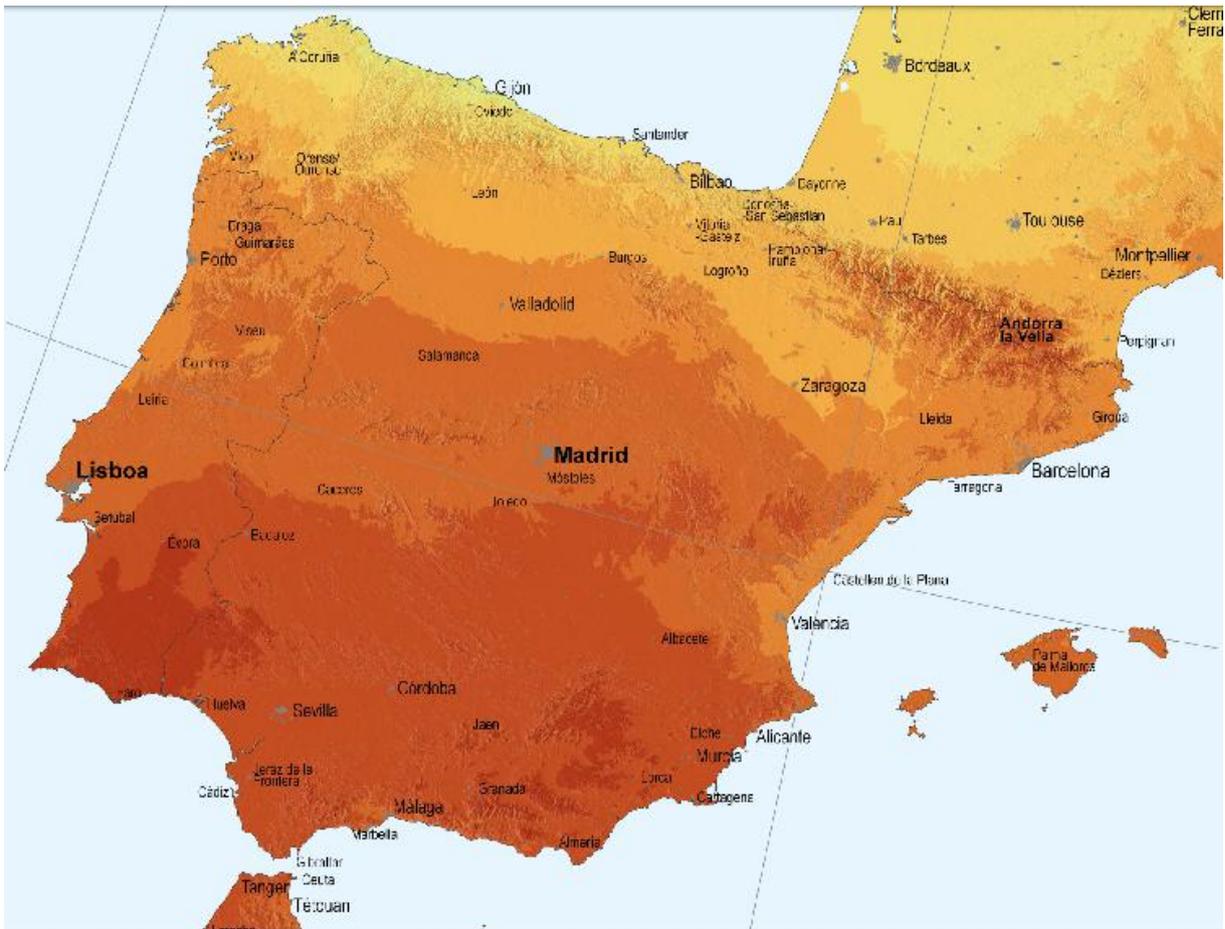
daño significativo del medio ambiente, incluyendo la emisión de grandes cantidades de dióxido de carbono.

Los factores positivos eran la disponibilidad de fuentes renovables de energía a gran escala (una alta irradiación solar, abundantes zonas con viento y mucho terreno disponible), la existencia de una industria de renovables de alto nivel tecnológico y vigoroso crecimiento y la presencia de una comunidad investigadora experta, con grupos bien establecidos que, al menos en el caso de la energía solar fotovoltaica, cubrían por completo la cadena de valor.

### Comparison of yearly global irradiation incident on optimally-inclined photovoltaic modules in 25 European Union member countries and 5 candidate countries



The country averages are connected by the red line. The minima/maxima in each country are shown as dashed lines, while the boxes show the range in which 90% of built-up areas in the country fit.



## 2.2 El boom (2007-2008)

El desarrollo del mercado fotovoltaico había sido muy limitado hasta mayo de 2007, cuando el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo publicó el Real Decreto RD 661/2007 para la regulación de la producción de energía en el régimen especial. El RD 661/2007 estableció una tarifa de inyección a red (TIR) del orden de 0,40 €/kWh, dependiente de la potencia nominal de la instalación, revisable anualmente según la inflación durante los primeros 25 años, más una reducción escalonada después. La Tabla resume las condiciones establecidas por dicho texto legal.

*Tabla resumen de las condiciones establecidas por el RD 661/2007 para instalaciones fotovoltaicas conectadas a red*

Potencia (MW)	Periodo (años)	TIR (€ c/kWh)
0 - 0,1	<25	44,0381
	>25	35,2305
0,1 - 10	<25	41,7500
	>25	33,4000
10 - 50	<25	22,9764
	>25	18,3811

El RD 661/2007 estableció un marco legal que tenía: TIR bien establecidas, una regla clara de actualización y una garantía a largo plazo. Estas condiciones se añadieron a los factores positivos citados en la sección anterior, de forma que el sector fotovoltaico experimentó un desarrollo tremendo. El marco era válido hasta 371 MW de potencia nominal instalada en total. Tan pronto como se alcanzase el 85 % de este límite un nuevo real decreto debería sustituir al antiguo en un período no inferior a un año. Ya en junio de 2007, la frenética actividad desencadenada unos meses atrás había dado lugar a una potencia acumulada nada menos que de 326 MW, así que en septiembre de 2007 se aprobó un periodo de validez de un año para el RD 661/2007. Todo el mundo sabía que las instalaciones fotovoltaicas que estuviesen funcionando antes de septiembre de 2008 se beneficiarían de tarifas de inyección a red garantizadas más altas que las que pudieran corresponder a cualquier otra instalada después. Se habían generado las condiciones para una fiebre del oro fotovoltaica. El ritmo de puesta en marcha de instalaciones fotovoltaicas se disparó hasta 500 MW/mes, de modo que en septiembre de 2008 la potencia instalada acumulada había alcanzado 3116 MW (Figura 1).

Se había producido un crecimiento del 500% (el mayor en todo el mundo) en tan sólo un año. Varios factores habían favorecido esta evolución explosiva:

- (a) ya habían aparecido los primeros síntomas de la crisis financiera, así que muchos inversores estaban buscando productos financieros alternativos;
- (b) el crédito era barato y fácil de conseguir;
- (c) el marco legal permitía construir grandes instalaciones compartidas por muchos pequeños propietarios que compartían servicios (granjas solares);
- (d) la evidencia de que las condiciones empeorarían después de la fecha límite;
- (e) disponibilidad de mucho sol y tierras;
- (f) el cambio del Euro con respecto al dólar favorecía la importación de módulos fotovoltaicos.

### 2.3 El colapso del mercado interno

Cuando en septiembre de 2008 se alcanzó la fecha límite, se publicó un nuevo Real Decreto: el RD 1578/2008. Por primera vez se trataba a las instalaciones sobre cubierta y a las de campo de forma diferente. Se redujeron las tarifas de inyección a red, pero el mayor impacto sobre el mercado lo causó la limitación de la potencia instalada (Tabla II).

*Tabla resumen de las condiciones establecidas por el RD 1578/2008 para instalaciones fotovoltaicas conectadas a red*

Tipo de Instalación		Cubierta	Campo
Límite (Total 400 MW/año)		267 MW/año	133 MW/año
cuota	<20 kW	10 %	100 %
	>20 kW	90 %	
TIR	<20 kW	0,34 €	0,32 €
	>20 kW	0,32 €	

El nuevo sistema imponía un registro de pre-asignación que abría cuatro convocatorias al año con un montón de burocracia disuasoria y un ritmo de reducción del 10 % por año. El nuevo decreto devastó el mercado interior, que desde entonces ha crecido sólo ligeramente hasta alcanzar la presente capacidad instalada acumulada de 4711 MW.

Con todo y ello, el marco legal no fue el único factor que auspició el colapso del mercado fotovoltaico interno. Por añadidura a la contracción de la demanda forzada por decreto, los precios de venta internacionales se redujeron drásticamente por simple dumping. Desgraciadamente la Comisión Europea y el Parlamento Europeo fueron muy ineficientes para legislar a favor de la protección de la industria europea en tales circunstancias.

## 2.4 El sector fotovoltaico español y el nuevo modelo energético

Los citados decretos no han sido las únicas medidas legales aplicadas para frenar el desarrollo de la energía solar fotovoltaica en España. Una vez que el coste de la energía fotovoltaica había disminuido lo suficiente como para ser plenamente competitiva (actualmente alrededor de 0,10 €/kWh en promedio en España), el lobby de las compañías eléctricas locales presionó al Gobierno para que aplicara la reducción o eliminación retroactiva de las TIR, limitase el número de horas de funcionamiento e impusiese importantes peajes al uso de la red eléctrica, todo ello con el objetivo de frenar el desarrollo de una fuente de energía, como la fotovoltaica, que no sólo es "demasiado" competitiva, sino que, para colmo, es demasiado fácil de adoptar por parte de los usuarios finales, haciéndolos menos dependientes de las grandes compañías que explotan aún el negocio energético tradicional.

Desgraciadamente, este escenario domina el mercado actual en España y en otros países europeos, pero afortunadamente no se puede sostener por mucho tiempo. España es aún el tercer país de Europa en capacidad fotovoltaica acumulada. Las fuentes de energía convencionales son cada vez más caras, su disponibilidad no está en absoluto garantizada y la necesidad de reducir drásticamente la contaminación y la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> no puede seguir retrasándose. La energía solar fotovoltaica es ya competitiva y de hecho se abarata día a día. Es necesario explotar en los próximos años los nuevos modelos de negocio que surgen del nuevo paradigma energético. Nuevos servicios energéticos, el manejo inteligente de la red eléctrica, sistemas eficientes de almacenamiento, etc. son sólo unos pocos ejemplos de las oportunidades que los cambios que nos esperan abren a la industria.

España está en excelentes condiciones para afrontar ese reto, con empresas actualmente dedicadas al mercado internacional- cuya experiencia cubre toda la cadena de valor fotovoltaica, todas ellas con el más alto nivel tecnológico. Además, esas empresas están respaldadas por el sólido apoyo técnico proporcionado por un conjunto de laboratorios de referencia en ensayos, tales como el CIEMAT, el Cener y el ISFOC (Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración), así como por grupos de I+D que han sido pioneros de muchas tecnologías fotovoltaicas y que cubren todas las relevantes en este campo (CIEMAT, IES (Istituto de Energía Solar), Tecnalia, Cener, Universidad de Barcelona, Universidad Politècnica de Catalunya, ICIQ y otros). Además,

la Plataforma Tecnológica Fotovoltaica Española (FOTOPLAT) coordina eficazmente los esfuerzos de los diferentes actores del ámbito fotovoltaico, establece la hoja de ruta tecnológica y actúa como la interfaz principal entre el Gobierno y el conjunto del sector fotovoltaico en el país.

El Gobierno ya ha reconocido esta realidad en el Plan de Energías Renovables 2011-2020, que prevé una reactivación del sector fotovoltaico y el desarrollo de las renovables muy por encima del 20% del consumo de energía primaria en 2020, a partir del actual 14.2 % , de acuerdo con el SET Plan.

La tecnología de energías renovables, incluyendo por supuesto la fotovoltaica, es uno de los campos que ofrecen las oportunidades de negocio más prometedoras en España y en Europa.

### 3 GENERACIONES DE CELDAS FOTOVOLTAICAS

#### 3.1 Primera Generación:

Consistían en una gran superficie de cristal simple. Una capa de unión P-N (similar a un diodo), capaces de generar energía eléctrica a partir de energía luminosa proveniente del sol. Se fabrican mediante un proceso de difusión con obleas de silicio, es por esto que también se lo conoce como celdas solares basadas en oblea.

Corresponde a la tecnología que predomina en el mercado actual, abarcando aproximadamente el 86% del total de paneles fotovoltaicos.

##### 3.1.1 Silicio Monocristalino:

Estas celdas están fabricadas en base a láminas de un único cristal de muy alta pureza y estructura cristalina casi perfecta. El espesor aproximado de las láminas es de 1/3 a 1/2 milímetro, las cuales son cortadas de una gran barra o lingote.

*Foto Aspecto del Panel Solar de Silicio Monocristalino*

La eficiencia de estas celdas ha llegado hasta el 24,7% en laboratorio y a un 16% en paneles comerciales. Los paneles construidos con este tipo de tecnología son los más desarrollados del mercado, siendo garantizados por algunos fabricantes por hasta 25 años.

A continuación se muestran unas imágenes y características de las celdas solares de silicio monocristalino



##### 3.1.2 Silicio Policristalino:

Las láminas policristalinas son fabricadas a través de un proceso de moldeo, para esto se funde el silicio y luego se vierte sobre moldes. Una vez que el material se ha secado, se corta en delgadas láminas. El proceso de moldeo es menos costoso de producir que el silicio monocristalino, pero son menos eficientes, debido a que el proceso deja imperfecciones en la superficie de la lámina. La eficiencia de conversión alcanza valores